

# KONFERENCE

## NORDTRIB 2016

Od 14. do 17. junija 2016 je v Hämeenlinni na Finskem potekala že 17. izvedba ene večjih mednarodnih konferenc s področja tribologije v Evropi – Nordtrib 2016. Konferenco Nordtrib vsaki dve leti gosti ena od skandinavskih držav (Danska, Finska, Norveška, Švedska). Letos je bila udeležba na konferenci rekordna z več kot 200 udeleženci, ki so predstavili najnovejše raziskave v vseh področjih tribologije. Člani TINT-a smo se konference udeležili s tremi prispevki, v katerih smo predstavili rezultate raziskav o mejnih mazalnih filmih na DLC prevlekah, o lastnostih kompozitnih polimernih nano-materialov ter o učinkih grafena kot dodatka za izboljšanje mazalnih lastnosti olja. Odziv na omenjene prispevke je bil zelo pozitiven, konferenca pa se je zaključila z diskusijo ob 50. obletnici "Jost-ovega poročila", v katerem je bil leta 1966 kot prvi izpostavljen pomen tribologije za družbo.



# Tint

## SLOTRIB 2016, 17. november 2016

Slovensko društvo za tribologijo organizira tradicionalno konferenco SLOTRIB 2016, ki bo potekala **17. novembra 2016** v Ljubljani v Radisson Blu Plaza hotelu. Na enodnevnu posvetovanju bodo strokovnjaki iz industrije in akademskih ustanov predstavili aktualne teme s področja tribologije, maziv, tehnične diagnostike, alternativnih goriv in ekologije. Več informacij na: [www.tint.fs.uni-lj.si](http://www.tint.fs.uni-lj.si)



## TINT ORGANIZIRA

## POLYTRIB 2016, 15.–16. september 2016

**15. in 16. septembra 2016** bo v Grand Hotelu Union v Ljubljani potekala druga mednarodna konferenca o tribologiji polimerov, POLYTRIB 2016. Konferenca bo obravnavala področja kot so tribologija polimernih materialov, kompozitov in nanokompozitov, tribo-kemijske raziskave polimerov, mazanje polimerov, adhezija, mejni filmi, površinske energije, ekološki vidik polimerov in njihova povezava s tribologijo, metode preizkušanja polimerov itn. Sprejetih je več kot 30 prispevkov iz 13 držav. Več informacij na: [www.tint-polytrib.com](http://www.tint-polytrib.com)



## KONTAKT

Laboratorij za tribologijo  
in površinsko nanotehnologijo

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo

Bogisičeva 8  
1000 Ljubljana  
Slovenija

tel.: +386 1 4771 460  
fax: +386 1 4771 469

[info@tint.fs.uni-lj.si](mailto:info@tint.fs.uni-lj.si)  
[www.tint.fs.uni-lj.si](http://www.tint.fs.uni-lj.si)



Novice št. 06  
Avgust 2016

## Laboratorij za tribologijo in površinsko nanotehnologijo



## ŠTANCANJE POSTAJA ZELENO

Štancanje je zaradi pomembnega gospodarskega vpliva izpostavljeno visoki globalni konkurenčnosti in neprestano naraščajočim zahtevam po tehnoloških izboljšavah za večjo produktivnost, stroškovno učinkovitost, tehnično uspešnost in zadovoljstvo strank. Poleg zahtev po naprednih tehnologijah in zmogljivosti postajajo v današnjih časih vedno bolj pomembne tudi potrebe po zmanjšanju onesnaževanja okolja, emisij CO<sub>2</sub>, uporabe čistilnih sredstev, optimizirjanju procesa čiščenja, zmanjšanju obrabe in znižanju trenja. Za doseganje skladnosti s temi trendi so že danes potrebne, še toliko bolj pa bodo v bližnji prihodnosti, nove »zelene« rešitve v tehnologiji štancanja, ki zahtevajo vključitev s tribologijo povezanih površinskih znanosti, tribokemije in nanotehnologije, skupaj z ustrezno laboratorijsko infrastrukturo, terenskimi validacijskimi testi ter tehnološkimi inovacijami. Laboratorij TINT se z industrijskimi partnerji usmerja v reševanje te problematike z nudenjem eksperimentalne opreme, strokovnega znanja in izkušenj.

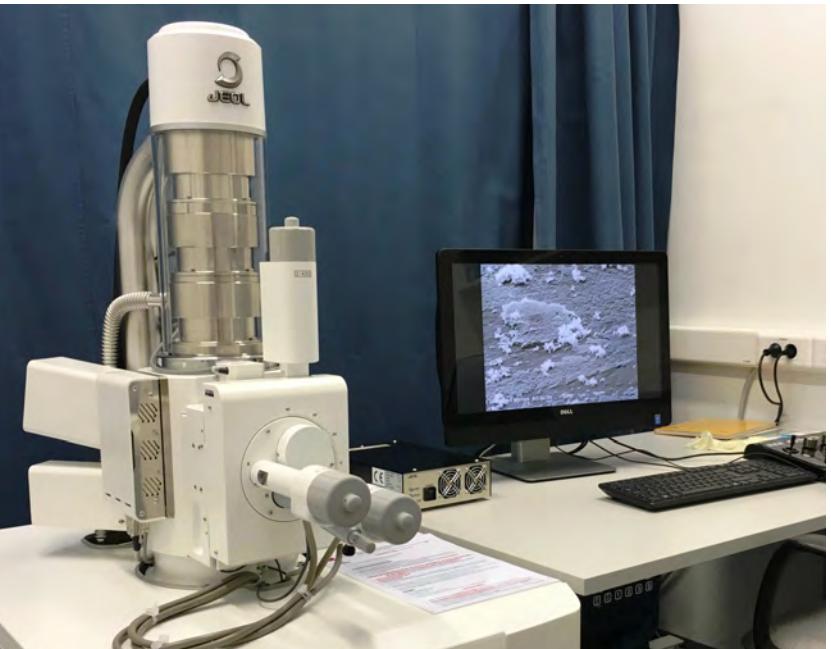
[www.tint.fs.uni-lj.si](http://www.tint.fs.uni-lj.si)



## NOVA OPREMA

### VRSTIČNI ELEKTRONSKI MIKROSKOP JEOL JSM IT100 ZA DELO V REŽIMU NIZKEGA IN VISOKEGA VAKUUMA

V laboratoriju TINT razpolagamo z novim vrstičnim elektronskim mikroskopom (SEM) JEOL JSM IT100, s katerim smo nadomestili obstoječega. Novi SEM ima tehnike (LV, HV, SED, BSED, EDS, idr.), ki nam omogočajo izvedbo površinskih analiz na vseh vrstah materialov, pri povečavah med 5x in 300.000x. Primeren je za analizo vzorcev v dveh režimih: pri visokem in nizkem vakuumu. Mikroskop v režimu nizkega vakuma nam omogoča izvedbo površinskih analiz nečistih vzorcev, kjer želimo preučiti prisotnost maziva, prenosnih filmov, obrabnih delcev, idr. Prav tako lahko z novim SEM-om izvedemo kvalitativno in kvantitativno analizo kemijskih elementov na in v površinah vzorcev, kar nam služi za določevanje kemijske sestave osnovnega materiala vzorcev, obrabnih mehanizmov, prisotnosti aditivov v mazivih, itn.



### ZVRAČALNA NAPRAVA ZA MERJENJE DINAMIČNIH KONTAKTNIH KOTOV

Nova pridobitev v našem laboratoriju je računalniško krmiljena zvračalna naprava optičnega merilnika kontaktnih kotov. Z novo razvitim računalniškim programom lahko nadziramo hitrost zvračanja in naklonski kot, prav tako pa lahko optični merilnik kontaktnih kotov nagnemo in zadržimo v poljubni legi. S tem lahko izvajamo meritve dinamične omočljivosti, ki zajemajo napredujuči in umikajoči kontaktni kot ter histerezo kontaktnega kota. Določimo lahko tudi kritični naklonski kot, pri katerem pride do zdrsa kapljice po površini.



## NAGRADE in PRIZNANJA

### PROF. DR. MITJAN KALIN, DOBITNIK ZOISOVE NAGRADE ZA VRHUNSKE DOSEŽKE V ZNANOSTI

Prof. Kalin je dobitnik Zoisove nagrade za vrhunske dosežke na področju nanoinženiringa kontaktnih površin za molekularni nadzor mejnega mazanja in trenja. V obrazložitvi nagrade je zapisano, da je prof. Kalin s svojimi raziskavami vnesel v strojništvo povsem nova spoznanja o generičnih vplivih na trenje mazanih kontaktov, ki doslej niso bila upoštevana ter pomenijo novo smer razvoja znanosti in tehnike na področju trenja.



### NA 50. OBLETNICI »JOST-OVEGA POREČILA« V BUCKINGHAMSKI PALAČI

Ob 50. obletnici Jost-ovega poročila, ki se šteje za rojstni dan tribologije kot samostojne znanstvene discipline, so v Buckinghamski palači priredili posebno slovesnost. Sprejem je organizirala Njegova kraljeva visokost, vojvoda Edinburški, princ Philip, mož kraljice Elizabete II. Goste je počastil s toplo dobrodošlico in prijetnimi klepeti, ki so pokazali njegovo veliko zanimanje in široko znanje o našem področju. Sprejema se je udeležil tudi profesor H. Peter Jost, CBE, predsednik odbora, ki je pripravil znamenito »Jostovo poročilo« v imenu vlade Združenega kraljestva leta 1966; kakor tudi zaslužni profesor Duncan Dowson, CBE, FREng, FRS, ki je bil prav tako član odbora. Na ta nepozaben dogodek je bilo vabljenih več kot 100 najbolj vidnih svetovnih tribologov, med njimi tudi prof. dr. Kalin.



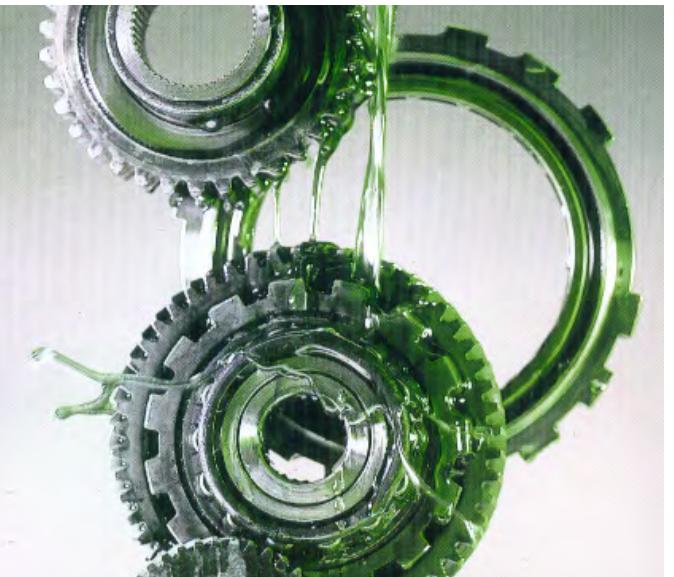
### PRIZNANJI FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO ZA KAKOVOSTNE PUBLIKACIJE

Dr. Maša Zalaznik in dr. Eva Oblak, doktorandki Laboratorija za tribologijo in površinsko nanotehnologijo, sta prejeli "Priznanje za kakovostne publikacije". Priznanje podeljuje Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, sodelavcem, mlajšim od 35 let. Nagrjenki sta v prejšnjem letu objavili vsaka po tri prispevke v svetovno priznanih strokovnih revijah s faktorjem vpliva SCI.

## AKTUALNE RAZISKAVE

### NANOINŽENIRING KONTAKTNIH POVRŠIN IN MEJNIH FILMOV ZA DOSEGANJE ZELENIH TEHNOLOGIJ MAZANJA

Nov ARRS projekt (2016–2018) se osredotoča na snovanje novih, inovativnih, visoko-zmogljivih ter okolju prijaznih mejnih filmov v kontaktih, ki bi zadostili strogim zahtevam o omejevanju emisij toplogrednih plinov ter uporabi nevarnih snovi. Ti so nujni za delovanje večine visoko obremenjenih mazanih mehanskih sistemov. V sklopu projekta inovativno konstruiramo učinkovite zelene kontakte s kombiniranjem namenskih prevlek na osnovi diamantu podobnega ogljika (DLC), ki izkazujejo nizko stopnjo obrabe ter nizek koeficient trenja, in povsem nenevarnih organskih aditivov (alkoholi, maščobne kisline). Ta novi zeleni koncept, ki je bil pred kratkim predlagan v naši skupini, je bil že deležen povečane pozornosti akademskih in industrijskih partnerjev.



### RAZVOJ HIDRAVLIČNEGA DELA PNEVMATIČNO-HIDRAVLIČNIH ZAVOR ELEKTRIČNEGA TURISTIČNEGA VLAKA

V okviru projekta razvoja električnega turističnega vlaka, ki ga je vodilo podjetje Staja d.o.o., je Laboratorij za fluidno tehniko (LTF) prispeval znanje k razvoju hidravličnega dela-pnevmatično-hidravličnih zavor. Turistični vlak je namenjen promociji čiste energije in je vključen v standardno turistično ponudbo Mestne občine Ljubljana. Več informacij na: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft>



## DOKTORATI

### DR. MAŠA ZALAZNIK: TRIBOLOŠKE ZNAČILNOSTI PEEK POLIMEROV IN NJIHOVIH KOMPOZITOV Z MoS<sub>2</sub> IN WS<sub>2</sub> DODATKI

Doktorska naloga obravnava vpliv MoS<sub>2</sub> in WS<sub>2</sub> delcev na nano in mikro skali na tribološko obnašanje PEEK kompozitov v nemazanih drsnih kontaktih. Za pripravo PEEK kompozitov je bila uporabljena nova izdelovalna tehnika, ki je omogočila izdelovanje materialov pri nižjih temperaturah (300 °C), t.j. pod tališčem. Rezultati kompozitnih materialov so bili primerjani s čistim PEEK-om (brez delcev) in komercialnim PEEK materialom. Rezultati kažejo, da vsi delci, neodvisno od njihove vrste in velikosti, znižajo koeficient trenja (do 30 %), vendar je potrebna višja koncentracija nanodelcev za tvorjenje učinkovitega nizko-strižnega tribofilma. Nastanek tribofilma je zelo pomemben za zniževanje obrabe kompozitov (do 51 %), in je z dodajanjem nano in mikro delcev (MoS<sub>2</sub> in WS<sub>2</sub>) močno pospešen.

### DR. MARKO POLAJNAR: VPLIV ZDRSA MED MAZIVOM IN POVRŠINO NA TRIBOLOŠKE LASTNOSTI MAZANIH KONTAKTOV

V doktorskem delu smo preučevali vpliva zdrsja med površino in mazivom na trenje v mazanih inženirskeh makro-kontaktih. Ugotovili smo, da je za vrednotenje omočljivosti inženirskeh površin z mazalnimi olji potrebno namesto kota omočljivosti uporabljati parameter razširjanja. Ta parameter je tudi ključno orodje za nadzor zdrsa in s tem trenja v mazanih kontaktih. Predlagali smo okvirni model zdrsa, ki pojasni, da odsotnost trajnih polarnih interakcij med mazivom in površino povečuje zdrs. Z vpeljavo novega parametra navideznega zdrsa smo prikazali omejitve doslej najpogosteje uporabljeni zdrsne dolžine. V delu smo tudi pokazali, kako lahko s spreminjanjem površin kontaka in kontaktne kinematike vplivamo na zdrs in trenje. Podobne učinke znižanja trenja kot v kontaktih z zdrsom na obeh površinah lahko pri določenih pogojih dosežemo že v kontaktih z le eno zdrsnou površino, kar predstavlja pomemben tehnološki doprinos.



## IZPOSTAVLJENE PUBLIKACIJE

### S. Akbari, J. Kovač, M. Kalin

Effect of ZDDP concentration on the thermal film formation on steel, hydrogenated non-doped and Si-doped DLC

*Applied Surface Science 383 (2016) 191-199*

### K. Simonović, M. Kalin

Methodology of a statistical and doe approach to the prediction of performance in tribology: a DLC boundary-lubrication case study

*Tribology International 101 (2016) 10-24*

### M. Kalin, A. Pogačnik, I. Etsion, B. Raeymaekers

Comparing surface topography parameters of rough surfaces obtained with spectral moments and deterministic methods

*Tribology International 93 (2016) 137-141*